



# Tabakalı Çift Hidroksitler ile Menderes Nehir Suyundan Sülfat Anyonlarının Uzaklaştırılması



## TED Ankara Koleji Vakfı Özel Lisesi

### PROJENİN AMACI:

Menderes Nehri'nden alınan örnek sudaki 441 ppm'lik  $\text{SO}_4^{2-}$  miktarının içme sularında bulunması gereken optimum derişime, tabakalı çift hidroksitler kullanılarak indirilmesi amaçlanmıştır.

### GİRİŞ:

Nehirlerdeki endüstriyel atıkların içme sularına karışması ve belirli bir derişimin üzerinde bulunması insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Ege Bölgesi'ndeki 7 farklı kaynaktan su örnekleri alınmıştır ve analiz edilmiştir. İyon kromatografisi kullanılarak yapılan analizler sonucu Menderes Nehri'nden alınan sudaki  $\text{SO}_4^{2-}$  miktarının olması gerekenden fazla olan 441 ppm derişiminde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada Menderes Nehri'nden alınan örneklerle yaklaşık aynı derişimde sülfat içeren, deiyonize su ile çalışmalar yapılarak sülfatın absorbe edilmesi ile kil türü, kullanılan kil miktarı ve kilin suda tutulma süresi arasındaki ilişki araştırılmıştır.

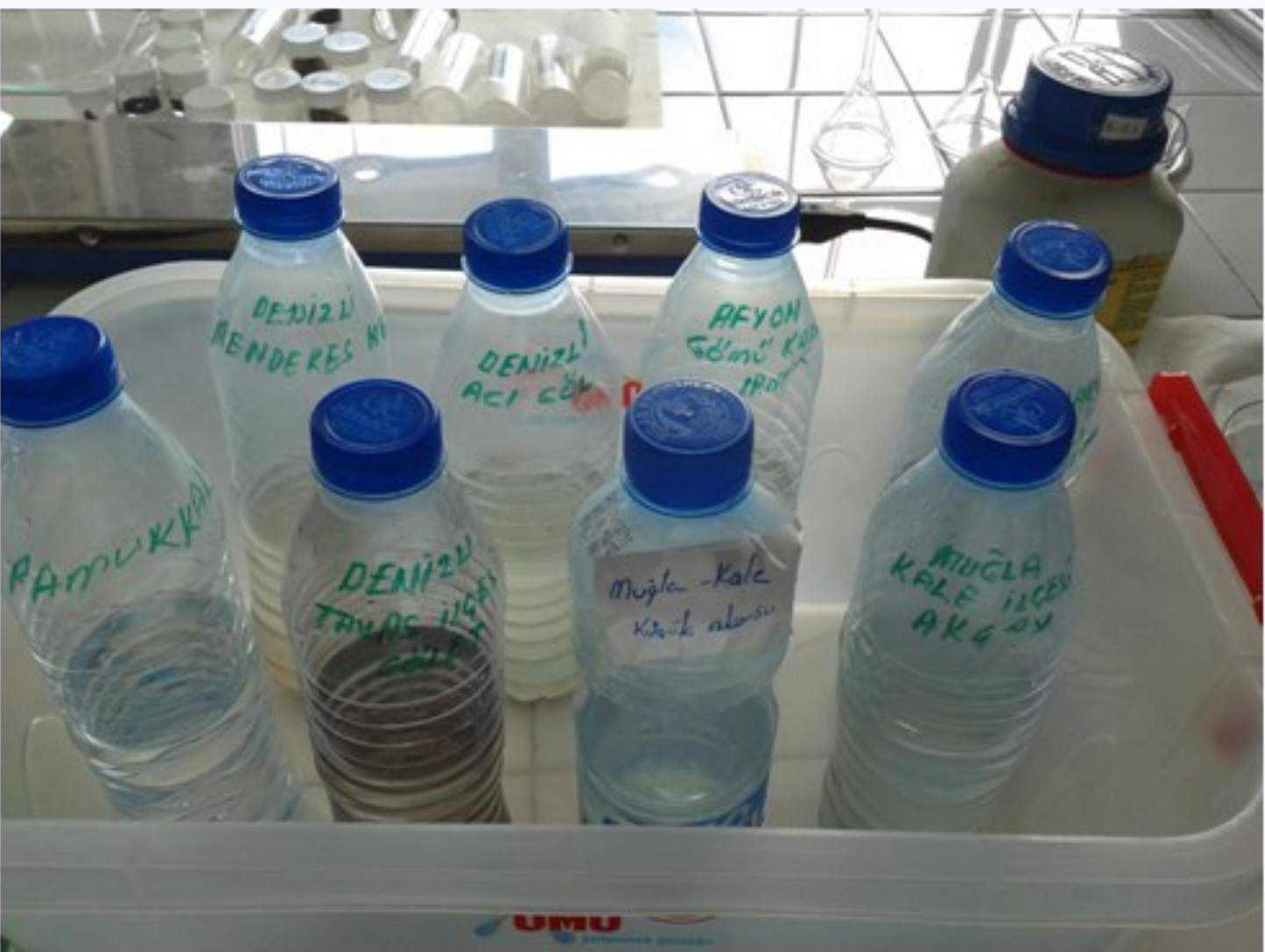
Killerle iyonların ayrıştırılması ucuz ve pratik olması açısından günümüzde en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Deneyde ilk önce ekonomik olması açısından doğal killerden bentonit ve kaolinit killeri kullanılmıştır, fakat bu killerin derişimi azaltmada etkili olmaması ve sülfatı absorbe edememesi nedeniyle sentetik, alüminyum ve magnezyum elementlerinden oluşan TÇH (tabakalı çift hidroksit) kili hazırlanmış ve bu kil üzerinden kullanılması gereken optimum kil miktarı ve optimum süre ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.Daha sonra deneyler sonucunda bulunan veriler Menderes Nehri'nden alınan su örneğine uygulanmıştır.

### İÇME SUYUNDAKİ SÜLFATIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Araştırmalara göre 600mg/litre derişimi ve üzerinde sülfat içeren suları tüketen insanlarda laksatif hareketler gözlemlenmiştir. Laksatif , barsak hareketlerinin hızlanarak barsağı boşaltma işlemi demektir. Laksatif etkiler ishal, tıbbi adıyla diyareye neden olmaktadır.Diyare ise dehidrasyona yani insan bedeninin ihtiyacı olan su miktarını kaybetmesine neden olmaktadır. Çocuklar ve yaşlıların laksatif etkilere ve bunun sonucunda diyareye karşı daha hassas olmasının yanı sıra diyare, dünyada beş yaşından küçük çocuklarda ikinci en büyük ölüm nedeni olarak belirlenmiştir.

Yapılan araştırmalarda 264 mg/litre ve üzeri derişimde sülfat içeren içme suyu tüketenlerin diyare olma riskinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda içme sularındaki fazla sülfat miktarı belirgin bir tat değişikliğine sebep olmaktadır ve uygun tat için en uygun derişimin yaklaşık 250 mg/litre olduğu ölçülmüştür.Dünya Sağlık Örgütü(WHO), Türk Standartları Enstitüsü (TSE 266) ve ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) ya göre içme suyu standartlarında sülfat için belirlenen derişim 250 mg/litredir.

Su kaynağı	Derişim (ppm)												
	Na	K	Ca	Mg	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub>	F
Pamukkale	45,04	6,06	190	97,85	0	311,1	9,48	623,4	<0,01	0,67	<0,01	3,25	0,81
Denizli Tavas İlçesi Gölet	5,7	16,7	54,47	22,99	0	250,1	0,26	18,51	<0,01	28,25	<0,01	3,03	0,22
Muğla -Kale, Küçük Akarsu	28,08	1,82	40,23	70,82	36	402,6	9,23	41,69	<0,01	2,05	<0,01	1,75	<0,01
Muğla-Kale, Akçay	16,39	1,66	25	76,98	72	353,8	6,17	24,29	<0,01	2,36	<0,01	2,31	0,05
Afyon Gömü İrmak	8,48	4,39	34,87	7,05	0	122	7,25	18,33	<0,01	4,11	<0,01	1,71	0,18
Denizli Acı Göl	814	80,5	132,1	206,9	132	1220	672,9	688,3	<0,01	34,99	<0,01	9,24	2,03
Denizli Menderes	80,06	5,32	146,4	91,75	0	341,6	72,96	441,2	<0,01	8,48	<0,01	4,7	0,74

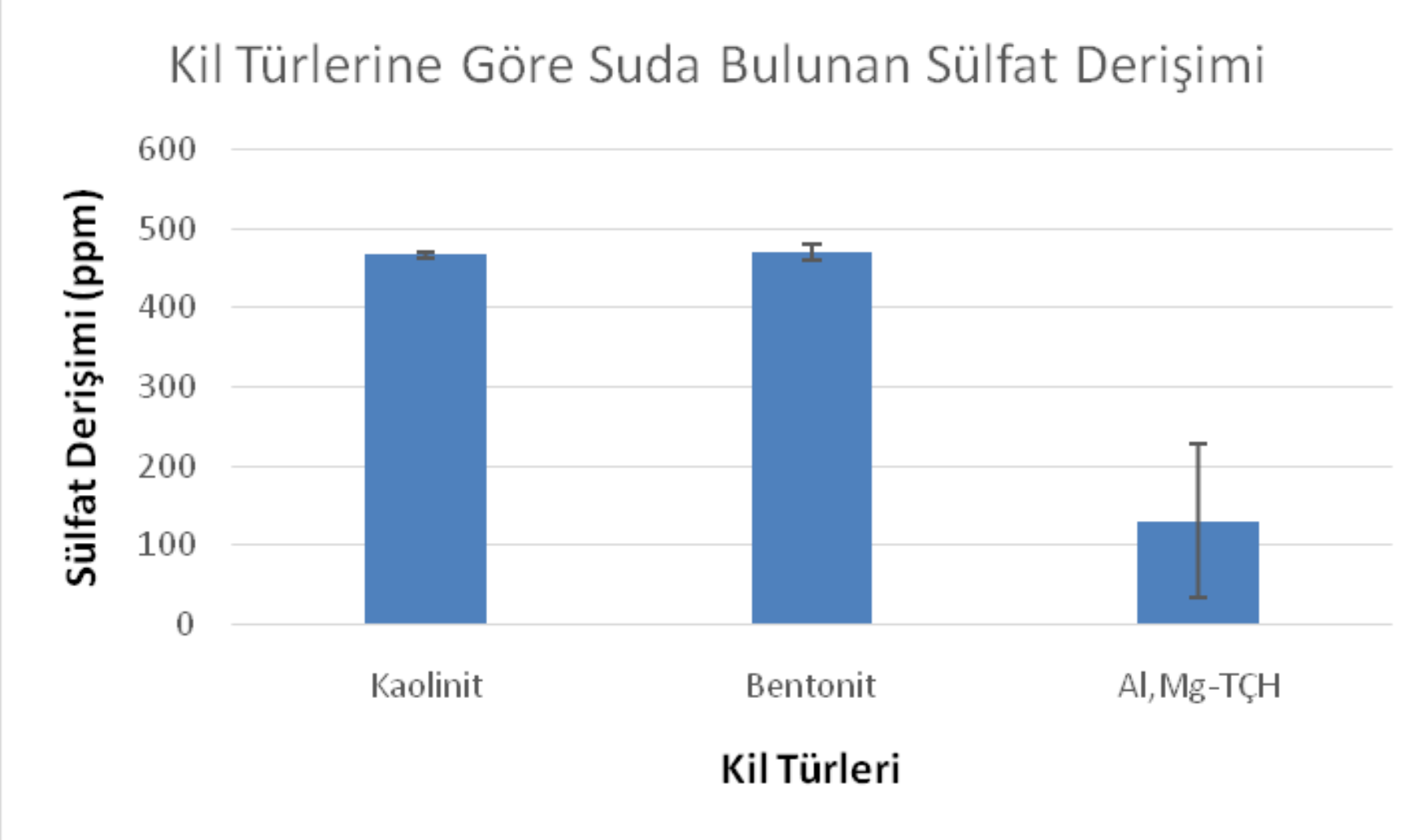


### YÖNTEM:

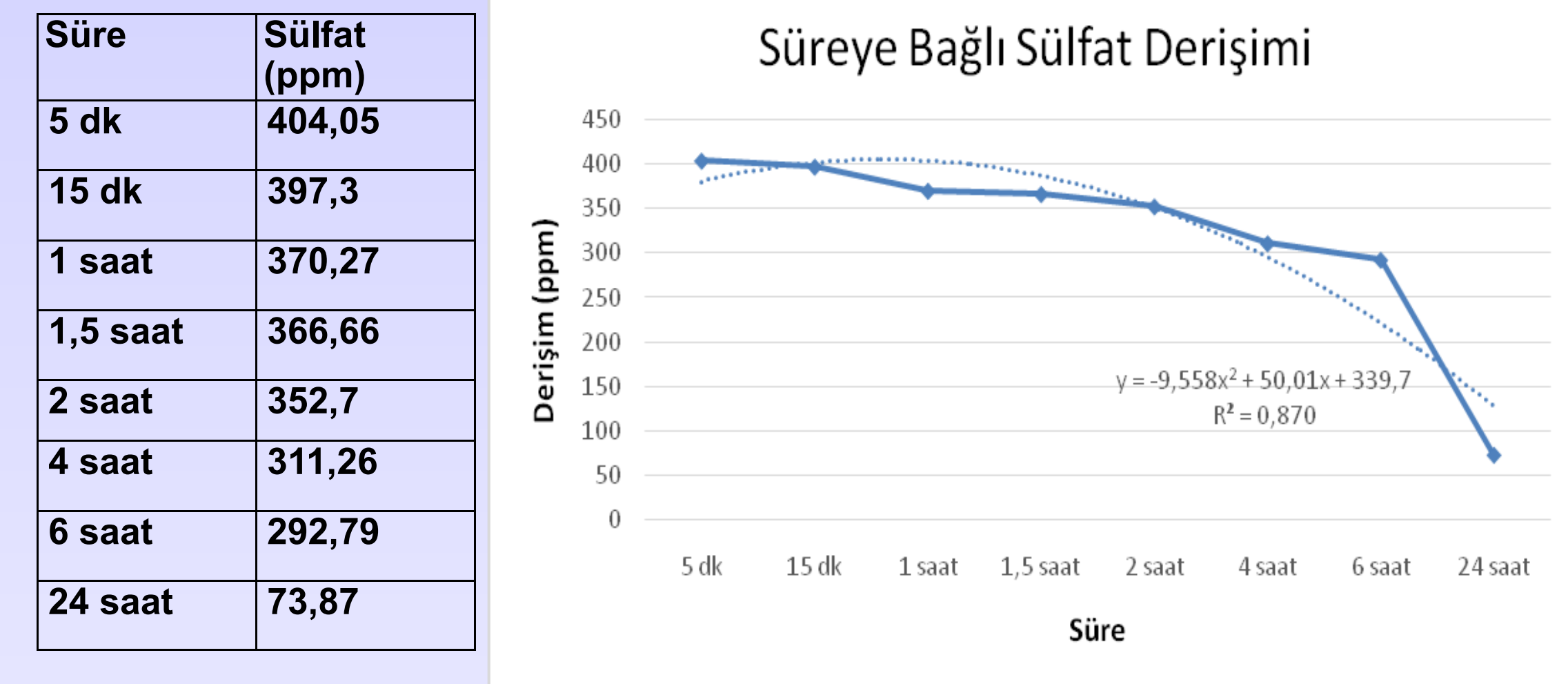
- Menderes Nehri'nden alınan bir şişe su mavi bantla süzülerek analize gönderildi.
- Dionex ICS- 5000 iyon kromatografisi ile yapılan analizler sonucu içerisinde 441 (yaklaşık 450) ppm  $\text{SO}_4^{2-}$  olduğu tespit edildi ve buna göre içerisinde 450 ppm derişimde sülfat bulunan 1 L lik azotça doyurulmuş su hazırlandı.
- Bu su deneyin test edilmesi için bir kaynak(stok) olarak kullanıldı ve her birine 25 ml olacak şekilde 10 farklı şişeye konuldu.
- Öncelikle bağımsız değişkeni kil türü ve miktarı olan deneyler yapıldı ve sülfatın absorpsiyonu için en uygun kil türünü belirlemek amaçlandı.
- İçerisine manyetik balık konulan bu şişelere öncelikle doğal killerden kaolinit ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ), her şişeye hassas elektronik terazı kullanımıyla belirli miktarlardan alınarak ( 0,025 g, 0,05 g, 0,075 g, 0,1 g, 0,125 g, 0,15 g, 0,2 g, 0,25 g, 0,3 g ve 0,4 g) bir gün boyunca karışmaya bırakıldı ve daha sonra mavi bant ve huniler aracılığıyla sular süzüldü.
- Süzülen sularla yeterli derecede absorpsiyon görülemediğinden başka bir doğal kil olan bentonit 25 ml'lik çözelti içerisinde 5 farklı miktarda alınarak (0,05 g, 0,1 g, 0,15 g, 0,25 g ve 0,4 g) kullanıldı ve aynı işlemler uygulandı.
- Bentonitle de yeterli sonuç alınmadığı gözlemlenince doğal kil yerine, laboratuvar ortamında Mg ve Al elementlerinden sentezlenen, tabakalı çift hidroksit (TÇH) kili kullanıldı.
- Sırasıyla 0,025 g , 0,05 g, 0,075 g, 0,1 g, 0,125 g, 0,15 g, 0,2 g ve 0,25 g TÇH konuldu ve şişeler 1 den 8'e kadar numaralandırıldı.
- Daha sonra doğal killere yapılan deneylere paralel olarak bir gün boyunca manyetik karıştırıcıda karışmaya bırakıldı ve ertesi gün içerine mavi bant konulmuş hunilerden süzüldü.
- Süzülen bu sular, analizin kolay olması açısından gerekli hesaplamalar yapılarak 25, 50 ve 100 millilitrelik balon jöjelere, 450 ppm'lik stokun derişimi 10 ppm olacak şekilde konuldu ve iyon kromatografisinde ölçülmek üzere analize gönderildi.
- Yapılan analizler sonucu optimum kil türü olarak Al,Mg-TÇH(Tabakalı Çift Hidroksit), 25 ml suda çözünmek için kullanılması gereken optimum kil miktarı olarak ise 0,125 g belirlendi ve üçüncü deneyde kontrollü değişkeni kil miktarı ve türü olan, bağımsız değişkeni ise kilin suda tutulma süresi olan süre deneyi yapıldı.
- Her birinde 25 ml su bulunan 10 şişeye , 0,125 g Al,Mg-TÇH kili konularak belirli sürelerde( 5 dk, 15 dk, 1 saat, 1,5 saat, 2 saat , 4 saat, 6 saat ve 24 saat) çoklu manyetik karıştırıcıda karıştırıldı ve mavi bant ile süzüldü. Süzülen bu sular iyon kromatografisi ile analiz edildi.



Grafik 1: Kullanılan kil türüne göre sülfat derişimi



Tablo ve Grafik 3: Kalsine edilmiş kilin suda tutulma süresine göre sülfat derişimindeki değişim



### SONUÇ VE TARTIŞMA:

Yapılan deneyler sonucunda kaolinit ve bentonit killерinin sudaki sülfatı absorbe etmede yeterli derecede etkili olmadığı görülmüştür. Doğada bulunmalarından dolayı tercih edilen bu kiler yapılan deneylerde anyonu tutucu özellik göstermemişlerdir. Bu nedenle Hacettepe Üniversitesi Kimya Bölümünde alüminyum nitrat ve magnezyum nitrat ile hazırlanan ve kalsine edilen Al,Mg-TÇH(Tabakalı Çift Hidroksit) kili kullanılmıştır. Sonuç olarak bu kilin hazırlanan su örneğindeki 450 ppm sülfat( $\text{SO}_4^{2-}$ ) derişimini, içme sularında maksimum olması gereken 250 ppm in altına düşürebildiği gözlemlenmiştir.

Sülfat absorpsiyonu için en uygun kil türü belirlendikten sonra bu kilin farklı miktarları alınmıştır. 0,125 gram kalsine edilmiş kilin, 25 ml hazırlanan suda sülfat derişimini 91,7 ppm derişimine indirdiği saptanmıştır ve optimum kil miktarı olarak 0,125 g ele alınmıştır. Daha sonra optimum süreyi belirlemek için yapılan çalışmalar sonunda ( 5 dk, 15 dk, 30 dk, 1 saat, 1,5 saat, 2 saat, 3 saat, 4 saat, 6 saat ve 24 saat) yapılan analizlere göre süre arttıkça sülfat absorpsiyonunun arttığı görülmüştür. Bu sürelerin içerisinde sülfatı 250 ppm'in altına düşüren süre 24 saat olarak belirlenmiştir.

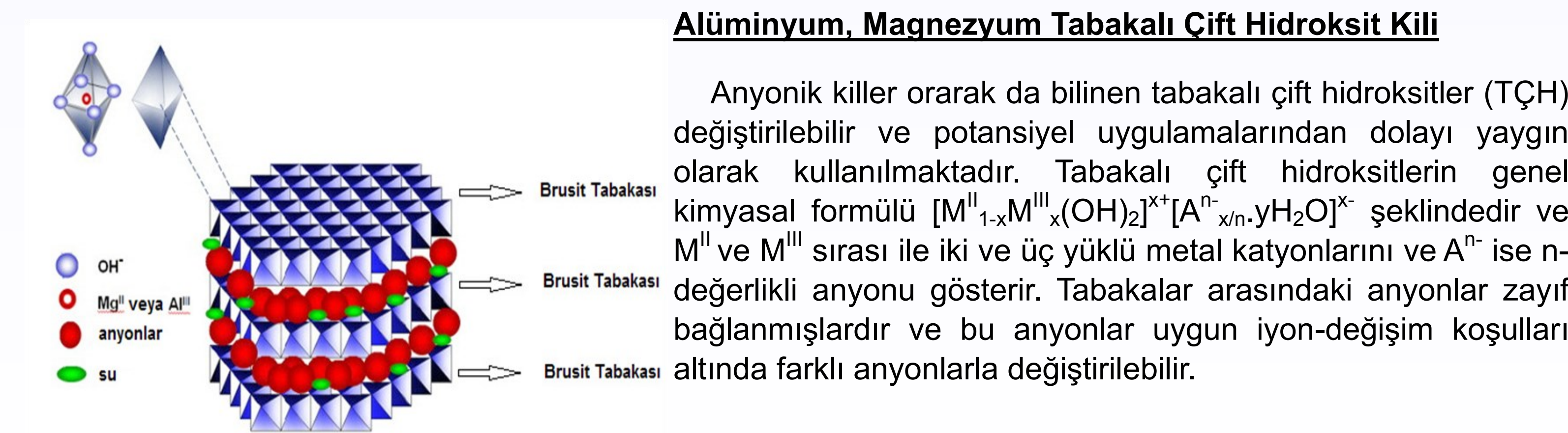
En sonunda yapılan deneyler ve elde edilen veriler gerçek su örneği olan Menderes Nehri'nden alınan suya uygulanmıştır. İlk yapılan analizlere göre Menderes Nehri'nden alınan ve 441,2 ppm sülfat içeren bu su örneğinde 0,125 gram miktarında, kalsine edilmiş Al,Mg-TÇH kili 12 ve 24 saat süre boyunca karıştırılmıştır ve sonuç olarak 12 saat tutulan kilin bulunduğu örnekteki  $\text{SO}_4^{2-}$  derişiminin 144,59 ppm olduğu gözlemlenirken 24 saat tutulan örnekteki son derişimin 115,31 ppm olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak projede amaç edinilen Menderes Nehri su örneğindeki sülfat derişiminin normal içme suyu standartlarına indirilmesi işleminin zaman ve ekonomik açıdan en verimli şekilde gerçekleşmesi için optimum kil miktarı 0,125 g; optimum süre ise 12 saat olarak tespit edilmiştir.

### TEŞEKKÜR:

Bu projeyi yapmamda bana her daim destek olan başta danışman öğretmenim TED Ankara Koleji Vakfı Özel Lisesi Kimya Öğretmeni Arzu Erdemir olmak üzere bu süreçte bana sonsuz destek sağlayan ve laboratuvar imkanları sunarak deneylerimde yardımcı olan Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü'nden Doç.Dr. Ahmet Nedim Ay'a, Bilim İnsanı Yetiştirme Programı altında bizleri araştırma ve geliştirmeye yönlendiren ve bu konuda destekleyen Müdür Yardımcımız Hande Kuttu ve Bilim İnsanı Yetiştirme Programı Koordinatörü Metin Genç'e ve aileme çok teşekkür ederim.

### KAYNAKÇA:

- Zümreoglu-Karan B., Ay A. N., Layered Double Hydroxides-Multifunctional Nanomaterials, Chemical Papers, 66 (1), 1-10, 2012.
- Ay, A.N., Zümreoglu-Karan, B., Temel, A., Boron removal by hydrotalcite-like, carbonate-free Mg-Al-NO<sub>3</sub>-LDH and a rationale on the mechanism, Microporous and Mesoporous Materials, 98, 1-5, 2007.
- Hernandez-Moreno MJ, Ulibarri MA, Rendon JL, Serna C.J., IR characteristics of hydrotalcite-like compounds, Physics and Chemistry of Minerals.,12, 34-38, 1985.
- Parades,S.P., Valenzuela, S.M., Fetter, G., Flores, S.O., TiO<sub>2</sub>/MgAl Layered Double Hydroxides Mechanical Mixtures as Efficient Photocatalysts in Phenol Degradation, Journal of the Physics and Chemistry of Solids, 72, 914-919, 2011
- Malayoğlu,U., Akar, A., Killerin Sınıflandırmasında ve Kullanım Alanlarının Saptanmasında Aranan Kriterlerin İrdelenmesi, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir/Türkiye 21-22 Nisan
- Sulfate in Drinking-water ,Background document for development of WHO,Guidelines for Drinking-water Quality



### Alüminyum, Magnezyum Tabakalı Çift Hidroksit Kili

Anyonik kiler olarak da bilinen tabakalı çift hidroksitler (TÇH) değiştirilebilir ve potansiyel uygulamalarından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Tabakalı çift hidroksitlerin genel kimyasal formülü  $[\text{M}^{\text{II}}_{1-x}\text{M}^{\text{III}}_x(\text{OH})_2]^{+x}[\text{A}^{n-}]_{x/n} \cdot y\text{H}_2\text{O}]^{\text{c}}$  şeklindedir ve M<sup>II</sup> ve M<sup>III</sup> sırası ile iki ve üç yüklü metal katyonlarını ve A<sup>n-</sup> ise n-değerlikli anyonu gösterir. Tabakalar arasındaki anyonlar zayıf bağlanmışlardır ve bu anyonlar uygun iyon-değişim koşulları altında farklı anyonlarla değiştirilebilir.



